

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA**  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Dunja Jurkić, apsolvent

Diplomski studij Bilinogojstva, smjer Biljna proizvodnja

**ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA U BILJNOJ PROIZVODNJI IZAZVANO**  
**NEADEKVATNOM PRIMJENOM UMJETNIH GNOJIVA**

**Diplomski rad**

Osijek, 2017.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Dunja Jurkić

Diplomski studij Bilinogojstva, smjer Biljna proizvodnja

**ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA U BILJNOJ PROIZVODNJI IZAZVANO  
NEADEKVATNOM PRIMJENOM UMJETNIH GNOJIVA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. doc. dr. sc. Monika Marković, predsjednik
2. prof. dr. sc. Jasna Šoštarić, mentor
3. doc. dr. sc. Tomislav Vinković, član

Osijek, 2017.

## SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	TLO	2
	2.1. Fizikalne značajke tla	2
	2.2. Kemijske značajke tla	4
	2.3. Biološke značajke tla	6
3.	PROIZVODNO - GOSPODARSKA ULOGA TLA	8
	3.1. Tlo kao prijemnik i sakupljač	8
	3.2. Tlo kao prirodni izmenjivač	8
	3.3. Tlo kao prirodni pročistač vode	8
	3.4. Tlo kao pufer	9
	3.5. Prostorna uloga tla	9
4.	MOGUĆA ONEČIŠĆENJA PODZEMNIH VODA USLIJED NEADEKVATNE GNOJIDBE	10
	4.1. Nitratna direktiva	11
5.	OŠTEĆENJE I ONEČIŠĆENJE TLA	14
	5.1. Oštećenje tla	14
	5.1.1 Klasifikacija tla	14
6.	ANALIZA TLA	19
	6.1. Uzimanje uzoraka	19
	6.2. Kemijska analiza tla	21
	6.2.1. Kemijske ekstraktivne metode	21
	6.2.2. EUF metoda	22
	6.2.3. $N_{min}$ metoda	23
7.	GNOJIDBENA PREPORUKA	25
	7.1. Aktualni model kontrole plodnosti	27
	7.2. Zadatak gnojidbe i opskrbljenosti tla	29
8.	PRIMJER ANALIZE TLA	31
9.	ZAKLJUČAK	33
10.	LITERATURA	34
11.	SAŽETAK	35
12.	SUMMARY	36
13.	POPIS SLIKA	37
14.	POPIS TABLICA	38
15.	POPIS GRAFIKONA	39
16.	TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	40
	BASIC DOCUMENTATION CARD	

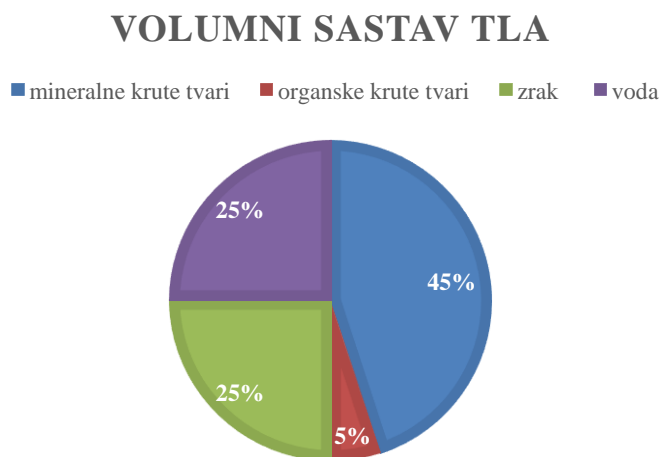
## 1. UVOD

Količina čiste pitke vode i očuvanog tla drastično se i ubrzano smanjuje dok svjetska populacija bilježi nezapamćeno brz rast. U takvim uvjetima u 21. stoljeću poljoprivreda nastavlja biti područje od najveće važnosti, kao izvor hrane za čovječanstvo, ali i kao čovjekova aktivnost s najvećim utjecajem na tlo i vodu. Voda je nezamjenjiv uvjet života, obveza svih ljudi je da s pažnjom čuvaju njezinu kakvoću te da ju štedljivo i racionalno troše. Zaštita voda od onečišćenja provodi se radi očuvanja života i zdravlja ljudi, zaštite prirode, smanjenja onečišćenja, zaštite vodnih ekosustava i drugih o vodi ovisnih ekosustava, zaštite i unaprjeđenja stanja površinskih voda te podzemnih voda. Dok je tlo prirodni sustav kojeg čine organske i anorganske sastavnice, sastavljen od krute, tekuće i plinovite faze, a određen je svojim fizikalnim, kemijskim i biološkim svojstvima, on predstavlja prirodni izvor vode i hraniva. Nastaje dugotrajnim i složenim procesima, djelovanjem klime, vegetacije, makro i mikroorganizama na matičnu stijenu, odnosno supstrat. Tlo potpomaže rast i raznolikost biljnih i životinjskih vrsta, osiguravajući kemijske, biološke i fizikalne uvjete za izmjenu vode, hraniva, energije i zraka. Regulira distribuciju vode, kišom i navodnjavanjem, između površinskog otjecanja i infiltracije i regulira tok i zadržavanje vode u tlu i otopljenih tvari, uključujući fosfor, dušik, i ostala hraniva te pesticide. Također služi kao filter u očuvanju kvalitete vode, zraka i ostalih prirodnih izvora u okolišu. U suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji u tlo se unose gnojiva i sredstva za zaštitu bilja. Mineralnim gnojivima u tlo unose se soli kalija, nitrati i fosfati. Biljke iskoriste polovicu upotrijebljene količine mineralnih gnojiva, pa se ostatak ispire u podzemne vode. Intenzivno se ispiru nitrati koji se slabo ili nikako ne vežu za čestite tla (Đikić i sur., 2001.). Dušik je esencijalno hranivo za biljke koje ga crpe iz tla u obliku nitrata ili amonijaka. Dodaje se u tlo pri uzgoju poljoprivrednih kultura kao umjetno gnojivo. Nitrati se prirodno nalaze u tlima, vodama i biljkama, a male količine su također i u zraku kao rezultat zagađenja zraka. Gnojidba je agrotehnička mjera primjene gnojiva radi postizanja stabilnog visokog prinosa odgovarajuće kvalitete optimizacijom opskrbe usjeva hranivima održavanjem ili popravljanjem plodnosti tla bez štetnog utjecaja na okoliš. Struka preporuča analizirati tlo kako gnojidba ne bi bila provedena nestručno, kao što ne bi trebali ni zanemariti gnojidbu osnovnim sekundarnim hranivima, mikroelementima, a također ne bi se trebalo prekomjerno ili nepotrebno gnojiti, pogrešno primijeniti gnojiva, pogrešno interpretirati analizu tla ili preporuku gnojidbe.

## 2. TLO

### 2.1. Fizikalne značajke tla

Tlo je sustav, sastavljen od tekuće, krute i plinovite faze, one su međusobno tako raspoređene da tlu daju osobine šupljikave, odnosno porozne, a ne kompaktne, mase koji je zapravo životni prostor biljnog korijena i živih organizama, koji žive u tlu. Kruta sastavnica tla čini 50% od njegove ukupne zapremnine, čine ju mineralni dio na koji otpada 90% što je ujedno 45% ukupne zapremnine tla, te organski dio na koji otpada 10% ili 5% ukupne zapremnine tla prikazano na grafikonu 1.



Grafikon 1. Prikaz volumnog sastava tla po sastavnicama ( Izvor: Sofilić, 2014.)

#### *Mehanički sastav tla / tekstura tla*

Mehanički sastav tla ili tekstura je kvantitativni odnos pojedinih kategorija čestica u nekoj masi tla. Tekstura tla može biti raznovrsna, jer udjel svake pojedine frakcije može varirati u širokom intervalu, pa su moguće i različite kombinacije kvantitativnog udjela pojedine frakcije, što je dovelo do pojave više različitih teksturnih klasa tla. U Republici Hrvatskoj primjenjuju se klasifikacije Međunarodnog društva za proučavanje tla i tzv. Atterbergova klasifikacija. Granulometrijske frakcije tla promjera  $>2$  mm nazivaju se *skelet*, a čestice manjih dimenzija *sitno tlo* ili *sitnica*. Stoga se prema sadržaju skeleta tla dijele na skeletna jer sadrže  $>50\%$  ove frakcije i skeletoidna koja sadrže  $<50\%$  skeleta. Povoljan odnos frakcija pijeska, praha i gline, bitan je za reguliranje vodo-zračnog režima tla, usvajanja hranjivih

tvari, pravilnog rasta i razvoja biljke. Veći udio gline u tlu rezultira smanjenjem zapremnine zemljišnih pora i otežano kretanje vode, povećava se bubrenje, plastičnost i ljepljivost. Veći udio pijeska u tlu poboljšava protok vode i zraka kroz pore tla, ali povećava dreniranost.

### *Struktura tla*

Čine ju strukturni agregati, nakupine mehaničkih elemenata. Ovo je posljedica djelovanja sila privlačenja mase među česticama unutar strukturnih agregata, koje su veće od sila privlačenja između pojedinih agregata. Strukturni agregati, koji mogu biti prirodni i antropogeni u tlu se nalaze više – manje odvojeni jedni od drugih i svojim oblikom, veličinom i načinom rasporeda u tlu određuju strukturu tla. Strukturni agregati odlikuju se različitom stabilnošću u vodi i mehaničkom stabilnošću. Stabilni agregati u vodi su oni koji se ne raspadaju na mehaničke ili manje elemente, a mehanički stabilni koji se odupiru mehaničkim silama. Jedan od najvažnijih čimbenika plodnosti tla je struktura tla.

### *Gustoća tla*

Broj koji pokazuje koliko je puta neki volumen tla lakši ili teži od jednakog volumena vode, omjer mase i volumena nekog tla. Volumna gustoća tla je vrijednost koja pokazuje koliko je puta masa nekog volumena prirodnog tla s porama teža od jednakog volumena vode. Dobije se iz odnosa mase potpuno suhog tla: njegovog volumena u prirodnom stanju. Gustoća čvrsta faze tla je vrijednost koja pokazuje koliko je puta masa tla bez pora teža od jednakog volumena vode. Dobije se iz odnosa mase potpuno suhog tla i njegovog volumena bez pora.

### *Poroznost tla*

Slobodni prostor između strukturnih agregata (pora), njihov ukupni prostor, odnosno sadržaj izražen u volumnim postotcima naziva se poroznost tla i označava se velikim slovom P. U porama se može nalaziti voda, zrak ili dijelovi žive prirode.

Dijele se na:

- Makropore ili nekapilarne pore – one su većih dimenzija i u njima se nalazi zrak, a voda se zadržava samo kratko i kreće se prema dolje (descendtno). Utječu na propusnost tla i zračni režim za vodu.
- Mikropore ili kapilarne pore – one su manjih dimenzija i u njima se nalazi voda koja se može kretati u svim smjerovima (ascendentno i descentno). Određuju vodni režim tla.

Rahlenjem tla sadržaj pora u tlu se mijenja, niže vrijednosti ukupne poroznosti javljaju se zbijanjem tla. Na sve sastavnice plodnosti tla (količinu zraka i vode, hranidbeni potencijal tla i biološke osobine tla) utječu ukupan sadržaj i dimenzije pora. Zrak u porama se sastoji od različitih plinova koji dolaze iz atmosfere ili nastaju u različitim mikrobiološkim – biokemijskim procesima u tlu. (Sofilić, 2014.)

## 2.2. Kemijske značajke tla

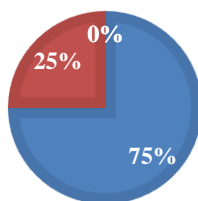
Predstavljaju vrlo važan čimbenik plodnosti tla i izravno utječu na fizikalne, biološke i mehaničke značajke tla i plodnost tla, te su posljedica velikog broja raznovrsnih pedogenetskih procesa. Iz primarnih minerala kemijskim procesima u tlu nastaju novi spojevi, ovisno o danim uvjetima temperature, tlaka i važnosti, neki od nastalih spojeva nepovratno gube u procesima ispiranja tla, a neki se uključuju u biološke ili geokemijske procese pa se brojnim daljnim transformacijama vraćaju u tlo.

### *Humus u tlu*

Organska tvar predstavlja ukupnu organsku sastavnicu tla koja može biti mrtva organska tvar biljnog i životinjskog podrijetla i živu organsku tvar (fora i fauna), nalazi se u površini tla ili u tlu, na grafikonu 2 prikazan je kemijski sastav organske tvari. Humus je stabilna amorfn, crna do smeđa smjesa koloidnih supstanci vrlo složenog sastava. Humifikacija je mikrobiološki proces sinteze novih komponenata iz produkata razgradnje organske tvari, proces tvorbe humusa.

### KEMIJSKI SASTAV ORGANSKE TVARI

■ voda ■ suha tvar



Grafikon 2. Kemijski sastav organske tvari ( Izvor: Sofilić, 2014.)

Odvijanje procesa transformacije organske tvari događa se u nekoliko faza: mehaničko usitnjavanje, probava, razgradnja, miješanje, enzimatsko cijepanje i fermentacija, te ostali mikrobiološki procesi. Razlikujemo dva osnovna oblika humusa s obzirom na sadržaj pojedinih frakcija a to su blagi ili zreli humus i kiseli ili sirovi humus. Blagi ili zreli humus sastoji se od huminskih kiselina i njihovih soli, otporan je na razgradnju, tlu osigurava kemijske, biološke i fizikalne značajke. Kiseli ili sirovi humus nastaje sporom humifikacijom u uvjetima vlažne i hladne klime, niskog pH tla, a organski ostaci su siromašni bazama i dušikom, on je nepovoljan oblik humusa. Između ova dva oblika humusa postoji više prelaznih oblika, čije značajke i utjecaj na tlo ovise o nizu različitih čimbenika.

Humus u tlu :

- Utječe na povećanje kapaciteta za vodu Ima veliki kapacitet za vodu
- Utječe na povećanje kapaciteta adsorpcije
- Pozitivno utječe na mikrobiološku aktivnost tla
- Utječe na formiranje i održavanje povoljne strukture tla
- Utječe na trošenje anorganskog dijela tla
- Pozitivno utječe na zagrijavanje i toplinska svojstva tla

Kiselost tla (pH reakcija)

Reakcija tla je važna značajka tla jer izravno utječe na kemijske procese u tlu i ishranu bilja, odnosno pristupačnost biogenih elemenata i životne funkcije organizama tla. Među raznim procesima koji se odvijaju u otopini tla, vrlo značajna za vodenu otopinu je disocijacija kiselina i njihovih soli, odnosno baza i njihovih soli, pri čemu se oslobađaju  $H^+$  (ioni vodika) i  $OH^-$  ioni (ioni hidroksilne skupine). Koncentracija  $H^+$ , odnosno  $OH^-$  iona otopina tla može biti kisela, ako dominiraju  $H^+$  ioni, neutralna ako im je koncentracija izjednačena ili lužnata, ako prevladavaju  $OH^-$  ioni. Reakcija otopine tla izražava se u pH jedinicama. Koncentracija otopine je promjenjiv sadržaj u vodi otopljenih tvari na koji utječe biološka aktivnost tla, mehanički sastav tla, klimatske prilike, adsorpcijski kompleks i gnojidba. Koncentracija otopine se mijenja tijekom vegetacijskog perioda. Poznavanje reakcije tla je važno jer bez njenog reguliranja nema intenzivne poljoprivredne proizvodnje. Za postizanje stabilnih i visokih prinosa poljoprivrednih usjeva je reguliranje reakcije tla prema potrebama usjeva, a vrši se najčešće na osnovi supstitucijske hidrolitske kiselosti tla. (Sofilić, 2014.)



Najvažnije mjere koje se provode u cilju popravke reakcije tla :

- kalcizacija,
- mineralna gnojdba,
- obogaćivanjem tla organskom tvari,
- gipsanje,
- unošenje gline na pjeskovitim tlima,
- malčiranje.

### 2.3. Biološke značajke tla

Oslikavaju podobnost tla kao staništa za raznoliki živi svijet u kojoj su svoje stanište našle mnogobrojne biljke i životinje. Možemo ih razvrstati u dvoje skupine, makroorganizme, vidljivi našim okom i mikroorganizme, koji nisu vidljivi našim okom. U makroorganizme ubrajamo kišne gliste, krtice, voluharice, poljske miševe, hrčke, kukce, stonoge, larve, puževe i tekunice. U mikroorganizme spadaju bakterije, gljive, alge, aktinomicete i nematode. Tlo je početna i završna točka bioloških kruženja, rezervat gena i temelj biološke raznolikosti. Broj živih organizama ispod površine tla je višestruko veći nego na površini tla. Neke od uloga organizama u tlu su nakupljanje, usitnjavanje i razgradnja organske tvari, sudjelovanje u oksidaciji i redukciji mineralnih elemenata ishrane, kontinuirana izmjena energije između različitih medija, dreniranje i prozračivanje tla, sudjelovanje u biološkom kruženju u sustavu. Plodno tlo odlikuje se biološkom aktivnosti, visokom biogenosti i biološkom raznolikošću, što je tlo plodnije to je ukupni broj organizama i njihova raznolikost veća. Živi svijet koji živi u tlu i na tlu pripada biosferi, a ne pedosferi, iako ima značajan utjecaj na tlo i njegove značajke. Flora i fauna, odnosno organizmi tla, tijekom svog životnog ciklusa vrše izmjenu energije i tvari, sudjeluju u različitim procesima transformacije mineralne i organske tvari.

#### *Plodnost tla*

Sposobnost tla da biljkama osigura potrebne hranjive elemente, zrak, vodu i toplinu, odnosno sposobnost da osigura sve povoljne uvjete za razvoj korijenovog sustava, dok je plodnost netaknutog tla njegov kapacitet da zadovolji potrebe prirodne uravnotežene populacije. Plodnost tla je vrlo važna za osnovnu proizvodnju organske tvari kao ključnog procesa za život na Zemlji. Razlikujemo potencijalnu plodnost tla i efektivnu plodnost tla. Potencijalna plodnost tla predstavlja ukupnu plodnost koja je definirana ukupnim sadržajem zraka, vode i

biljnih hraniva u tlu i toplinskim prilikama tla, Može se promijeniti agromelioracijama, hidromelioracijama ili antropogenizacijama. Efektivna plodnost je količina biljci pristupačnog zraka, vode i biljnih hraniva, odnosno sposobnost da osigura biljkama uvjete za razvoj i rast. Izražava se najčešće veličinom prinosa niza kultura na nekom tlu uz određene klimatske prilike i njegu, često se naziva i produktivnost tla. Produktivost tla je funkcija plodnosti tla, agrotehnike, klime, prilagodljivosti i genetskog potencijala. Prema Edelmanovoj podjeli plodnosti tla razlikujemo: primarnu plodnost, prirodna plodnost, tradicionalna plodnost i tehnološka plodnost. (Sofilić,2014.)

### 3. PROIZVODNO GOSPODARSKA ULOGA TLA

#### 3.1. Tlo kao prijemnik i sakupljač

Zbog položaja tla, tlo je prijemnik niza različitih tvari koje na njega dopijevaju iz atmosfere gravitacijskim taloženjem ili oborinama ili ih čovjek namjerno i nekontrolirano unosi pri uporabi tla u izgradnji i korištenju infrastrukture ili korištenjem tla u poljoprivredne svrhe. Tu pripadaju teške kovine i sva organska onečišćenja iz industrije, i niz sredstava koje se koriste u poljoprivredni, biljna hraniva unijeta u tlo gnojivom i ostaci sredstava za zaštitu bilja. Tlo ima ulogu i sakupljača jer se zahvaljujući fizikalnoj, fizikalno – kemijskoj i mehaničkoj sorpciji onečišćujuće tvari mogu nakupljati u tlo. Mnoge onečišćujuće tvari mogu ispiranjem dospjeti u podzemne vode, kao i zaostati u tlu ili se akumulirati u sedimente pa dospjeti izravno u prehrambeni lanac. Mogu se isprati oborinama i dospjeti u vodene tokove, pa otuda i u pitku vodu te izazvati velike zdravstvene smetnje kod ljudi i životinja. Kako bi se zaštitilo tlo i cijeli okoliš poduzimaju se niz mjera i postupaka.

#### 3.2. Tlo kao prirodni izmjenjivač

U tlu se preko mikrobiološkog kompleksa tvari mogu promijeniti zahvaljujući fizikalnoj, fizikalno – kemijskoj i mehaničkoj sorpciji. Tlo zahvaljujući sposobnosti transformacije razgrađuje sve posliježetvene ostatke na poljoprivrednim tlima, iglice četinjača u šumskim ekosustavima i masu lišća listopadnih vrsta. Gotovo sva organska onečišćenja podložna su razgradnji u tlu, u kraćem ili dužem vremenskom razdoblju kao što su PAH, ostaci petrokemikalije i ostaci pesticida.

#### 3.3. Tlo kao prirodni pročistač vode

Sposobnost pročistača ili filtera za oborinsku vodu jedna je od najznačajnijih uloga tla, čime štiti pitku podzemnu vodu od onečišćenja. Važno je da voda koja se nakuplja u podzemnu bude dobre kvalitete za piće i da ne sadrži štetne tvari jer 65% pučanstva Europe koristi pitku vodu iz podzemne vode. Važno je i da u procesima sorpcije i desorpcije iz tla ne dođe do ispiranja onečišćujućih tvari iz tla u podzemne vode, za vrijeme protjecanja oborinskih voda kroz tlo. Poljoprivredna djelatnost ima i svoje negativne strane, odnosno može biti izvor pojave nekih onečišćujućih tvari u tlu, najozbiljnije onečišćenje pitke podzemne vode su

nitrati iz dušičnih mineralnih gnojiva, bez kojih nema visokih prinosa. Stoga se pridaje značajna pozornost primjeni mineralnih gnojiva i mogućih posljedica u obliku zadržavanja i akumulacije u tlima njihovih ostataka koji mogu imati štetne utjecaje po zdravlje ljudi.

### 3.4. Tlo kao pufer

Kao snažan puferski sastav tlo transformira u neaktivni oblik sve onečišćujuće tvari, koje mokrom ili suhom depozicijom dospiju u njegovu masu ili se oslobađaju u njemu mineralizacijom organske tvari. Tako tlo sprječava stresne promjene u tlu koje bi mogle izazvati štetne posljedice po pedofaunu i pedofloru. Tlo sprječava nagle veće promjene reakcije tla tako da puferira kisele sastavnice pomoću kationa, kao što su  $K^+$ ,  $Ca^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg$  i ostali.

### 3.5. Prostorna uloga tla

Pedosfera je u povijesti čovjeku osiguravala za bavljenje poljoprivredom i šumarskom djelatnošću, izgradnju industrijskih i poslovnih prostora, izgradnju naselja, prometnica, rekreacijskih i sportskih objekata. Kod prostorne uloge tla važno je razlikovati pojam tlo od pojma zemljište. Razlikujemo šest kategorija zemljišta: šumsko zemljište, zemljište pod usjevima, travnjaci, močvarno zemljište, naseljena područja i ostalo zemljište. (Sofilić, 2014.)

#### 4. MOGUĆA ONEČIŠĆENJA PODZEMNIH VODA USLIJED NEADEKVATNE GNOJIDBE

Poljoprivreda je naročito značajan onečišćivač voda, jer vodu onečišćuje sredstvima za zaštitu bilja, odnosno pesticidima, onečišćuje ju hranjivim tvarima, genetski preinačenim organizmima i mikroorganizmima. U nekim slučajevima ju onečišćuje poljoprivredna mehanizacija ( rabljeno ulje, maziva, goriva), teškim metalima te radioaktivnim tvarima. Poljoprivreda više od drugih djelatnosti onečišćuje vodu dušikom, fosfatima i sredstvima za zaštitu bilja. Mineralna gnojiva vodu onečišćuju dušikom i fosforom. Hraniva koja se nalaze u mineralnim gnojivima lako su topiva u vodi. Hranjive tvari se izravno unose u podzemnu vodu, procjeđivanjem vode u dublje slojeve tla. Dušični spojevi vrlo su mobilni u vodenoj otopini tla i lako završavaju u podzemnoj vodi za razliku od kalija i fosfora, koji imaju jaku tendenciju vezivanja na čestice tla. U površinske vode hranjive tvari dopijevaju drenažnom vodom, erozijom tla, površinskim otjecanjem, a ponekad i izravnim unosom. Niz čimbenika ovisi o tome koliko će hraniva završiti u podzemnoj ili površinskoj vodi, ovisi o vrsti, načinu, vremenu i količini primjene mineralnih gnojiva, o vrsti tla, uzgajanoj kulturi, količini oborina, odnosno gustoći vegetacije koja pokriva tlo. Sredstva za zaštitu bilja čine većinom sintetički proizvedeni pripravci koji se koriste u zaštitu bilja od nametnika, suzbijanja korova i biljnih bolesti. Ovisno o njihovoj topivosti u vodi, vremenu razgradnje, konzistenciji i drugim značajkama, sredstva za zaštitu bilja, odnosno pesticidi mogu završiti u površinskoj ili podzemnoj vodi. Zbog neodgovornog ispiranja prskalica za zaštitu bilja, također može doći do onečišćenja vode kao i zakopavanjem, odnosno bacanjem u vodu ambalaže ili preparata kojima je istekao rok trajanja.

Najčešći načini onečišćenja voda :

- Ulijevanjem kanalizacijskih sustava u vodotoke bez prethodnog pročišćivanja
- Ispuštanjem nečiste vode u neuređene bazene, polja, bare, odakle može dospjeti do podzemnih voda
- Ispuštanjem zagađenih otpadnih voda iz procesa proizvodnje u rudnicima, tvornicama, farmama u vodotoke bez prethodnog pročišćavanja
- Ispiranjem otpada na gradskim odlagalištima smeća
- Istjecanjem voda iz neuređenih septičkih jama
- Izgradnjom, havarijama ili radom energetskih postrojenja
- Padanjem zatrovanih čestica iz atmosfere

- Nenamjernim ili namjernim istakanjem raznih kemikalija u vodotok ili u blizini vodotoka
- Tretiranjem tla s prekomjernim količinama umjetnih gnojiva i pesticida. (Šoštarić i Marković, 2011. )

#### 4.1. Nitratna direktiva

Cilj nitratne direktive je smanjiti onečišćenje voda, izazvano ili uzrokovano nitratima poljoprivrednog podrijetla, te spriječiti daljnje takvo onečišćenje. Nitratna direktiva je propis Europske Unije donesen 1991. godine. Direktiva traži od zemalja članica Europske Unije da definiraju područja koja su osjetljiva na onečišćenje voda nitratima iz poljoprivrede i da osmisle i primjene operativne programe sprječavanja takvih onečišćenja.

Prekomjerna i nedovoljna primjena dušika u gnojidbi poljoprivrednih kultura i hranidbi domaćih životinja imaju negativne posljedice. Prekomjerna primjena dušika uzrokuje gubitak i onečišćenje okoliša, a nedovoljna opskrba umanjuje ekonomske učinke proizvodnje. Dušik se u kruženju neizbježno gubi, pravilnim gospodarenjem gubici se trebaju svesti na najmanju moguću mjeru. Potencijalno velik izvor onečišćenja podzemnih i površinskih voda predstavlja ispiranje nitrata iz stajskog gnoja, što se prije svega odnosi na područja velike gustoće stočarskih farmi. Eutrofikacija je štetna pojava u vodenim ekosustavima koja dovodi do narušavanja biološke ravnoteže i do ugibanja vodenog svijeta, jer je onečišćenje površinskih stajaćih i tekućih voda nitratima vidljivo po bujanju vodenog bilja. Nitrati ako dospiju u u podzemne vode izravno štete zdravlju ljudi. Gubi se vrijedan izvor dušika koji treba nadomjestiti sve skupljim mineralnim gnojivima, a šteta je višestruka, ugrožava se zdravlje ljudi i okoliša. Radi održivog razvoja ratarske i stočarske proizvodnje treba provoditi postupke i mjere dobrog gospodarenja gnojivima. U takvim postupcima se ostvaruju pozitivni rezultati u drugim privrednim djelatnostima, široj zajednici i turističkim sadržajima uz izravno poboljšanje plodnosti poljoprivrednih površina. Pravilnik propisuje opterećenje poljoprivrednih površina brojem životinja, odnosno propisuje najveću količinu čistog dušika iz organskog gnoja kojom se godišnje može gnojiti poljoprivredna površina. U početnom četverogodišnjem razdoblju najveća dopuštena količina unosa čistog dušika iz organskog gnoja iznosi 210 kg/ha godišnje, nakon čega se uvodi trajno ograničenje na 170 kg/ha godišnje. Unos dušika mineralnim gnojivom ograničava se tako da primijenjene količine ne premašuju potrebe poljoprivrednih kultura za dušikom. Mineralni gnoj dopušteno je dodati

samo kao razliku između potrebe biljaka s jedne strane i dušika koji je biljkama na raspolaganju iz drugih izvora. (Načela dobre poljoprivredne prakse, 2009.)

Nitratna direktiva zahtjeva od članica EU - a da je provedu u 5 koraka :

1. Određivanje područja ranjivih na nitrate na kojima treba ograničiti uporabu dušičnih gnojiva,
2. Određivanje onečišćenih, odnosno voda kojima prijeti onečišćenje nitratima,
3. Izrade načela dobre poljoprivredne prakse, čija je primjena u područjima ranjivima na nitrate obvezna, a u ostalim područjima preporučljiva,
4. Izrade plana djelovanja unutar područja ranjivih na nitrate,
5. Izrade nacionalnog programa praćenja koncentracije nitrata i eutrofikacije voda, te vrednovanje učinka primijenjenih mjera i izvještavanja o uspješnosti njihove provedbe.

Autori Šimunić i sur. (2012.) istraživali su utjecaj razmaka cijevi na drenažno istjecanje, ispiranje nitrata i prinos uljane repice. Cilj istraživanja je bio utvrditi na svakom od četiri različita razmaka cijevi podzemne odvodnje u hidromelioriranom pseudoglej – glejnom tlu ukupno drenažno istjecanje i njegovo trajanje, koncentraciju nitrata u drenažnoj vodi, ukupnu količinu ispiranja nitrata i prinos uljane repice. Istraživanja su provedena od rujna 2009. do kolovoza 2010. godine, na melioracijskom pokusnom polju „Jelenščak“ u srednjoj Posavini na hidromelioriranom pseudoglej – glejnom tlu. Maksimalne i prosječne koncentracije nitrata u drenažnoj vodi pri svim razmacima cijevi bile su više od MDK (10 mg l<sup>-1</sup>), dok su minimalne vrijednosti bile ispod MDK. Najviše koncentracije nitrata utvrđene su u mjesecu studenom, nakon sjetve uljane repice u rujnu, odnosno nakon primijenjene osnovne gnojide i registracijom prvih većih količina oborina, odnosno drenažnog istjecanja. Maksimalne koncentracije nitrata u studenom su bile između 45 mg l<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>-N i 50 mg l<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>-N. U mjesecu prosincu vrijednost koncentracije nitrata smanjila se pri svim razmacima cijevi, da bi u mjesecu veljači koncentracija nitrata neznatno porasla, također pri svim razmacima cijevi (nakon prve prihrane uljane repice KAN-om, u količini od 200 kg ha<sup>-1</sup>). Tijekom travnja koncentracija nitrata se vrlo malo smanjila u odnosu na koncentraciju određenu u mjesecu veljači, bez obzira na drugo prihranjivanje KAN-om, u količini od 150 kg ha<sup>-1</sup>. Razlog navedenog smanjenja koncentracije objašnjavamo da uljana repica u mjesecima travnju i svibnju ima dosta razvijen habitus, veće je usvajanje nitrata, a time i manje ispiranje. U

mjesecu svibnju su vrijednosti koncentracije bile niže, ali su još uvijek bile iznad MDK-a. Tek u jesen 2010. utvrđene su pri svim razmacima cijevi vrijednosti koncentracije nitrata ispod MDK-a. Utvrđena razlika u koncentraciji nitrata između razmaka cijevi nije bila statistički opravdana.

Najveća količina ispiranih nitrata utvrđena je na razmaku cijevi od 15 m i iznosila je 76,4 kg ha<sup>-1</sup> ili 43,5% od ukupno dodanog dušika gnojdbom, a najmanja na razmaku cijevi od 30 m i iznosila je 65,2 kg ha<sup>-1</sup> ili 37,2% od ukupno dodanog dušika gnojdbom. Zapravo, najveće ispiranje bilo je pri razmaku cijevi od 15 m, na kojem je registrirano najveće ukupno drenažno istjecanje i obrnuto, najmanje pri razmaku cijevi od 30 m, pri kojem je utvrđeno najmanje drenažno istjecanje. Prema Mesiću i sur. (2007.) količina ispranog dušika je u linearnoj vezi s količinom drenažnog istjecanja. Utvrđeni rezultati ispiranja nitrata nešto su veći u odnosu na rezultate Klačića i sur. (1998.) i Šimunića i sur. (2011.), što je najvjerojatnije prouzročila veća registrirana ukupna količina oborina i njezin raspored tijekom istraživanja, odnosno veće izmjereno drenažno istjecanje i primjena gnojiva u humidnijem vegetacijskom razdoblju, kao i stadij rasta i razvoja uljane repice u trenutku primjene mineralnih dušičnih gnojiva.



## 5. OŠTEĆENJE I ONEČIŠĆENJE TLA

Čitav niz različitih onečišćujućih tvari koje dospijevaju u pedosferu i ne podliježu razgradnji prirodnim procesima, imaju neželjene učinke na živi svijet, na narušavanje ravnotežnih odnosa između pedosfere, hidrosfere i nižeg sloja atmosfere – troposfere, također, razvojem tehnologije i tehnike, čovjek je pedosferu doveo u stanje velike onečišćenosti, time je znatno oštetio, a negdje i ugrozio životnu sredinu.

### 5.1. Oštećenje tla

Organizirane aktivnosti koje su prve bile vezane za proučavanje oštećenja tla započinju utemeljenjem komisije za prostorno planiranje i uređenje tla. Godine 1975. održano je prvo savjetovanje, a 1983. godine savjetovanje je održano u Hrvatskoj u Varaždinu. Istraživanja opterećenosti tla teškim metalima i utjecaja štetnih tvari u okolini naftnih bušotina izvršena su zbog toga jer se u novije vrijeme pri osnivanju industrijskih pogona treba izraditi studiju utjecaja na okoliš. Istraživanja su se provodila na ograničenim područjima i površinama te nisu bila sustavna pa se javila potreba za jedinstvenom klasifikacijom oštećenja tla.

#### 5.1.1. Klasifikacija tla

To je vrlo složen postupak rangiranja opasnosti degradacijskih procesa i valorizacije, pri čemu se treba voditi briga o značajkama tla i odabiru jedne od značajki tla kao polazišne osnove za ocjenu stupnja oštećenja. Ne postoji jedinstvena klasifikacija oštećenja tla na svjetskoj razini zbog ogromne razlike u klimatskim i geografskim obilježjima pojedinih lokacija tala, načinima korištenja, njihovim tipovima, vrstama dominantnih procesa koji uzrokuju njihova oštećenja.

Klasifikacijske jedinice klasifikacije :

- stupanj oštećenja – najviša jedinica klasifikacije. Obnovljivost oštećenog tla je osnovni kriterij za razvrstavanje, odnosno mogućnost da se odgovarajućim zahvatima postigne stanje koje odgovara prirodnim značajkama tipa tla na danom području.
- vrsta oštećenja – podrijetlo oštećenja odnosno uzorci oštećenja tla.
- procesi oštećenja – proces koji je posljedica vrste oštećenja.
- posljedice – nespecifične i raznovrsne, nije ih lako niti jednostavno identificirati. Potrebno je raspolagati odgovarajućim podacima za identifikaciju posljedice.

Za oštećenje tla odgovorni su brojni čimbenici, no najveća se oštećenja odnose na onečišćenost tla koje je uzrokovao čovjek svojim djelatnostima poput poljoprivrede, rudarstva i industrije, izgradnje i razvoja urbanih središta. Razlikuju se četiri stupnja oštećenja tla i prikazani su u tablici 1. Dok su na tablici broj 2. prikazani izvori onečišćenja tla.

( Sofilić, 2014.)

Tablica 1. Stupnjevi onečišćenja tala ( Izvor: Sofilić, 2014)

Stupanj oštećenja	Vrsta oštećenja	Procesi oštećenja	Posljedice
I.stupanj  SLABO LAKO OBNOVLJIVO (REVERZIBILNO)	Degradacija tala u intenzivnoj proizvodnji	Degradacija fizikalnih značajki Degradacija kemijskih značajki Degradacija bioloških značajki Degradacija hidromelioracijama	Poremećaj vodozračnih prilika, Zaslanjivanje i zakiseljavanje, Veći utrošak energije u obradi, Poremećen odnos mikroflore, Infekcija tla, Smanjena biogenost, Antropogena zbivanja tla, Fitotoksični učinci
II.stupanj  OSREDNJE TEŠKO OBNOVLJIVO (UVJETNO REVERZIBILNO)	Onečišćenje – oštećenje	Teški metali i ostali toksični elementi Ostaci pesticida i PAH-ovi Zagađenje petrokemikalijama Radionukleotidi	Depresija rasta biljke, Hrana neupotrebljiva zbog kancerogenog, teratogenog i mutagenoga djelovanja, Fitotoksični učinci, Ugroženi drugi ekosustavi.
III. stupanj  TEŠKO NEOBNOVLJIVO (IREVERZIBILNO)	Premještanje – Translokacija	Erozija vodom i vjetrom Premještanje rudarskim kopovima, ciglanama, eksploatacija kamena, šljunka i pijeska, Oдноšenje tla plodinama, Posudišta tla Prekrivanje tla Oštećenje šumskim požarom	Gubitak dijela tla ili cijelog profila i promjena profila tla, Smanjenje proizvodnih površina i smetnje u obradi tla te povećana heterogenost pedološkog pokrova, Smanjen prinos, Povećani troškovi, Ugroženi drugi ekosustavi, Gubitak proizvodnih površina
IV. stupanj  NEPOVRATNO (TRAJNI GUBITAK TLA)	Prenamjena	Izgradnja urbanih područja, Izgradnja industrijskih, energetskih objekata, prometnica, Hidroakumulacije	Smanjena ukupna proizvodna površina, Smanjena proizvodnja hrane

Tablica 2. Izvori onečišćenja tla (Izvor: Sofilić, 2014.)

Izvori onečišćenja tla					
POLJOPRIVREDA	URBANA PODRUČJA	INDUSTRIJA	ATMOSFERSKA DEPOZICIJA	INCIDENTNE SITUACIJE	PRIRODNE POJAVE
Organska i mineralna gnojiva, pesticidi	Transport i grijanje	Metalurgija	Mokra aeroprecipitacija	Industrijske nesreće	Šumski požari, klizišta, geiziri, olujni vjetrovi
Izlijevanje goriva i ulja	Trafostanice	Nuklearne i termoelektrane	Suha aeroprecipitacija	Ratovi (streljivo, eksplozije, plinovi )	Vulkanske erupcije, zemljotresi, poplave
	Plinska i ostala energetska postrojenja	Kemijska i elektronička industrija			
	Odlagalište otpada, ispiranje s odlagališta	Rudarstvo i prerada ruda			
		Razna skladišta			
		Ostale industrijske djelatnosti			

Onečišćenje tla prema Programu trajnog motrenja tala Hrvatske je unos tvari, bioloških organizama ili energije u tlo, što rezultira u promjeni kakvoće tla te utječe na normalnu uporabu tla ili zdravlje ljudi i ostalih organizama. Onečišćujuća tvar ili skupina tvari su one koje zbog svojih svojstava, količine i unošenja u tlo, mogu štetno utjecati na zdravlje ljudi, biljni i životinjski svijet, krajobraznu raznolikost i bioraznolikost.

Onečišćenja mogu biti:

- Prirodna – jake kiše, jaki vjetrovi, klizišta tla, poplave, prirodno radioaktivno zračenje, sedimentaciju vulkanskog pepela i dr.
- Antropogena – tekuća organska gnojiva, mineralna gnojiva, otpadne vode, gradski mulj, industrijske emisije, pesticidi, antropogeno radioaktivno značenje i dr.

Podjela izvora onečišćenja s obzirom na oblik i karakteristike :

- Onečišćenje tla koje je uzrokovano jasno ograničenim izvorima – lokalni ili točkasti izvori onečišćenja.
- Onečišćenja tla koje je uzrokovano taloženjem iz atmosfere – difuzni izvori onečišćenja.
- Onečišćenje tla koje nastaje uz prometnice – linijski izvori onečišćenja.

**Lokalni ili točkasti izvori onečišćenja** - ovi izvori onečišćenja su jasno ograničeni. Ta onečišćenja su uglavnom povezana sa rudarstvom, odlagalištima otpada, industrijskim postrojenjima i ostalim postrojenjima tijekom njihovog djelovanja, ali i nakon zatvaranja. Postrojenja predstavljaju rizik za tlo i za vodu. Linijski izvori onečišćenja – povezani su uglavnom za željeznice, prometnice te naftovode i plinovode. Mjesta gdje se automobili ili vlakovi duže zadržavaju očekuju se i povećane emisije onečišćujućih tvari. Širenje onečišćujućih tvari ovisi o prirodnoj vegetaciji, ako su prometnice okružene prirodnom vegetacijom ili zaštitnim ogradama za vjetar, emisija se obara neposredno uz cestu, a ako ne postoje barijere dolazi do njenoga povećanoga širenja u okoliš, odnosno zrak, od kuda se onečišćujuće tvari talože na tlo.

**Difuzni izvori onečišćenja** – povezuju se s određenim poljoprivrednim radovima, s atmosferskim taloženjem i urbanim industrijskim područjima, a jednim dijelom i prometnicama. Atmosferskom taloženje uzrokovano je ispuštanjem plinova u promet, industriji i poljoprivredi. (Sofilić, 2014.)

## 6. ANALIZA TLA

Postala je zakonska obaveza, ali veliki dio proizvođača nema osnovne informacije o tome kako se uključiti u program, gdje se obavljaju analize, koje institucije to rade ili kako dobiti pouzdanu preporuku za gnojidbu i adekvatne agrotehničke zahvate. Sustav kontrole plodnosti tla obuhvaća niz agronomskih svojstava tla i uključuje druge važne aspekte primarne produkcije organske tvari, a čine ga:

- uzimanje uzoraka,
- laboratorijska analiza,
- tumačenje rezultata analize, odnosno izrada preporuke.

Problem sustava kontrole plodnosti kod proizvođača je taj što proizvođači vrlo često želje zadovoljiti formu, dati tlo na analizu i dobiti preporuku kako bi ostvarili poticaje ili druge subvencije, jer ih ne uvažavaju ili ne razumiju. Treba proći duži period kako bi proizvođači stekli povjerenje u institucije koje rade analize. Potrebno je proizvođače uvjeriti u korist kontrole plodnosti, a to se može samo ako oni primjenom gnojdbene preporuke ostvaruju veći prinos, bolju kakvoću proizvoda uz veću profitabilnost.

### 6.1. Uzimanje uzoraka tla

Pravilno uzimanje uzoraka tla je jedan od najvažnijih i najodgovornijih segmenata u sustavnoj kontroli plodnosti tla. Točna dijagnoza stanja plodnosti, kao i točna interpretacija rezultata, odnosno pouzdana gnojdbena preporuka s prijedlogom mjera koje treba provesti ovisi o uzorku tla koji mora dobro reprezentirati proizvodu parcelu. Najmanje 20 do 25 uboda agrokemijskom sondom moram sadržavati prosječan uzorak tla za analizu, bez obzira koji sustav uzrokovanja se primjenjuje. Dubina uzrokovanja tla za usjeve je 0 – 30 cm, za cvijeće i povrće 0 – 20 ili 0 – 30 cm, u zatvorenim prostorima za povrće 0 – 15 cm, dok se kod drvenastih kultura prosječni uzorci uzimaju iz dvije dubine : 0 – 30 cm i 30 – 60 cm. Uzroci za potrebe Nmin metode, koja se koristi za određivanje prihrane dušikom, uzimaju se ovisno o fazi vegetacije na dubinama 0 – 30, 30 – 60 i 60 – 90 cm. Ovi uzroci uzimaju se posebnim sondama, četo i hidrauličnim, ne suše se i ne usitnjavaju jer se mineralni dušik analizira u tlu koje se mora analizirati unutar 24 sata, a od tada se čuva u hladnjaku na temperaturi do 4°C. (Vukadinović i Bertić, 2013.)

Tlo je po svojim fizikalnim, morfološkim i kemijskim svojstvima vrlo heterogeno, pa i onda kad naoko izgleda homogeno po svojoj boji, nagibu, a uzorak tla je mala količina, dio prirodnog ili obrađenog koji mora reprezentirati cijelu površinu, pa se svaka greška učinjena pri uzorkovanju odražava na krajnji rezultat. Zbog toga se broji i način uzimanja uzoraka temelji na poljskim varijacijama, tipu tla i topografiji parcele. Potrebno je napraviti pregled ili rekognosciranje terena na temelju kojeg se određuje veličina analitičke jedinice prije uzorkovanja, te potreban broj pojedinačnih uzoraka za dobivanje prosječnog uzorka tla. Prema unaprijed pripremljenim kartama s planovima površina i njihovim nazivima obavlja se uzorkovanje tla planski, vodi se evidencija svih značajki terena koje se ne mogu numerički označiti, a važni su za tumačenje rezultata analiza. Uzorci tla u suvremenoj kontroli plodnosti uzimaju se metodom stalnih kontrolnih parcelica jer se kod ovog načina uzorkovanja zbog ponavljanja, svakih 4 – 5 godina, uzimaju na istom mjestu, obavezno uz pozicioniranje GPS-om. Takav sustav uzorkovanja označava se kao benchmark, a stalna kontrolna parcelica kao referentna ploha jer analizu promjene plodnosti tla temelji na prethodnom stanju. Benchmark za razliku od drugih sustava uzimanja tla koji se temelje na subjektivnoj procjeni uzorkivača, je objektivniji jer omogućuje monitoring u određenim vremenskim razmacima, uobičajeno od 3 do 5 godina. Uzorkovanje je najbolje obaviti nakon žetve/berbe prethodnog usjeva, a najkasnije mjesec dana prije gnojidbe i sjetve sljedećeg usjeva i to za vrijeme kad je temperatura tla viša od 5°C, a uzorci tla za analizu mogu se prikupljati tijekom cijele godine s tla bez vegetacije. Uzorci tla za utvrđivanje potrebe u N – prihrani uzimaju se tijekom vegetacije, ovisno o izgledu usjeva ili fenofazi. Uzorkovanjem tla heterogenih parcela prema benchmark metodologiji, omogućava se primjena diferencijalne gnojidbe, odnosno primjena različite doze gnojiva sukladno razlikama u plodnosti. Takav pristup daje bolje rezultate od uniformne gnojidbe jer omogućuje potrebnu količinu hranjivih tvari na pojedinom dijelu parcele, a ekonomski i ekološki je prihvatljiv jer je prilagođen opskrbljenosti tla i potrebama biljaka.

## 6.2. Kemijska analiza tla

Pod pojmom „analize tla” u užem smislu smatra se sam analitički postupak kojim se utvrđuju fizikalno – kemijska svojstva tla, dok u širem smislu smatraju se svi postupci od uzimanja uzoraka tla, laboratorijske analize i interpretacije rezultata. Analiza tla nam omogućuje pravilnu primjenu mineralnih i organskih gnojiva, rješavanje deficita pojedinih elemenata, uvođenje mjera popravke tla, podizanje i/ili održavanje efektivne plodnosti tla. Važan je odabir odgovarajuće laboratorijske metode, za kontrolu plodnosti tla, kojom se pouzdano mogu utvrditi indikatori plodnosti tla, ali je važnije da se na cijelom prostoru jedne regije ili države, koristi standardna metodologija kako bi rezultati upućivali na promjenu plodnosti. Za konkretne agroekološke uvjete potrebno je eksperimentalno utvrditi korelacijske veze između rezultata analize tla, primjene gnojiva i postignutih prinosa pojedinih usjeva, što se u našoj poljoprivrednoj praksi još uvijek zbog skupog višegodišnjeg istraživanja vrlo rijetko koristi. U Hrvatskoj se zakoni i propisi vezani za zemljište i njegovo korištenje često mijenjaju, a oni sadrže i promjene u metodologiji kontrole plodnosti tla, što ne osigurava kontinuitet sustava kontrole plodnosti, a poljoprivredne proizvođače dovodi u nedoumicu.

### 6.2.1. Kemijske ekstraktivne metode

Niz kemijskih analitičkih metoda i tehnika koristi se za potrebe izrade preporuka gnojidbe usjeva. Svaka je analitička metoda dobra ako uz nju postoji razrađeni sustav interpretacije dobivenih vrijednosti. Svaka metoda djelomično ili potpuno isključuje subjektivnu procjenu i proizvoljnost te uvodi sustav u utvrđivanju potreba za gnojidbom praćenjem intenziteta pojedinih indikatora efektivne plodnosti tla. Tablice graničnih vrijednosti koriste se kod klasičnih analitičkih metoda za interpretaciju rezultata, koje daju više orijentacijske rezultate, jer bioraspoloživost hraniva nije statička vrijednost, ona ovisi o nizu čimbenika (fizikalnih, bioloških, hidroloških, agrotehničkih). Zbog toga se prognostičkim i analitičkim metodama traži uvid u količinu stvarno raspoloživih hranjivih elemenata u tlu, brzinu promjene njihove količine tijekom vegetacije i količinu hranjivih elemenata koju treba dodati za optimalnu ishranu biljka. Kad se planski „podiže” plodnost tla kod nekih izračuna uzima se u obzir i potreba povećanja razine nekog hraniva u tlu na ciljnu vrijednost. Rezultati analize tla najčešće se tumače kladama opskrbljenosti tla i pomoću njih se predviđa djelovanje gnojidbe.

Jednokratne ekstrakcije u osnovi su klasične metode analize tla koje procjenjuju intenzitet hraniva (hraniva koja su lako, odnosno odmah usvojiva), količina hraniva (mobilne rezerve odnosno hraniva koja su potencijalno usvojiva). Korijen biljke usvaja elemente ishrane



izlučujući u tlo različite spojeve, njegova je moć ekstrakcije bitno različita prema otapalima kemijske ekstrakcije, a uz to je i vrlo promjenjiva, ovisno o starosti i vrsti biljke, njezinoj opskrbljenosti pojedinim elementima ishrane, vlazi tla. Poznato je da je masa korijena svega oko 1 % od mase tla koju prožima pa se usvajanje hraniva ne obnavlja samo kontaktom korijena i čestica tla, nego različitim mehanizimima (difuzijom, kretanjem mase, kontaktnom izmjenom). Rezultati bioraspoloživosti hraniva svih kemijskih i drugih ekstraktivnih metoda se stoga moraju rangirati ovisno o umjeravanju metode pomoću vegetacijskih testova i pokusa, odnosno biljka će pokazati promjenom visine prinosa i/ili njegove kvalitete je li ta ekstrahirana količina hraniva mala, osrednja, dobra ili suvišna. ( Vukadinović i Bertić, 2013.)

#### 6.2.2. EUF metoda

EUF metoda se temelji na ekstrakciji elemenata ishrane električnim jednosmjernim naponom, pri čemu se koloidi tla i hraniva u vodenoj suspenziji odvajaju pomoću specijalnih membranskih filtera. EUF aparatura omogućuje ekstrakciju kod različitih napona i jačine struje, kao i temperature, a novi mikroprocesori regulirani Euf ekstraktori održavaju jačinu struje konstantom pa se može izdvojiti niz dobro definiranih frakcija, odnosno utvrditi neposredno pristupačna količina hraniva, kao i njihove mobilne rezerve. Omjer hraniva u vodenoj fazi tla i mobilnih rezervi reprezentira puferni kapacitet tla i omogućuje sagledavanje raspoloživosti hraniva EUF metodom. Za razliku od standardne AL metode u RH kojom se utvrđuje bioraspoloživost samo fosfora i kalija, EUF metoda ekstrahira organski lakomineralizirajući dušik, mineralne forme dušika, mikroelemente i tzv. selektivno vezujuću glinu te je vrlo pogodna za potrebe i industrije šećera, proizvodnju tehnološki kvalitetnog korijena šećerne repe. Znatno je skuplja i zahtjevnija od kemijskih ekstraktivnih metoda zbog sofisticirane i skupe aparature, sporosti analize, potrebe za visoko obučanim laboratorijskim osobljem, složene interpretacije rezultata, ali je kompleksna jer obuhvaća velik broj indikatora plodnosti, oko 40 indikatora, kao i njihove interakcije, što omogućuje sigurniju procjenu potrebe za gnojdbom.

### 6.2.3. $N_{\min}$ metoda

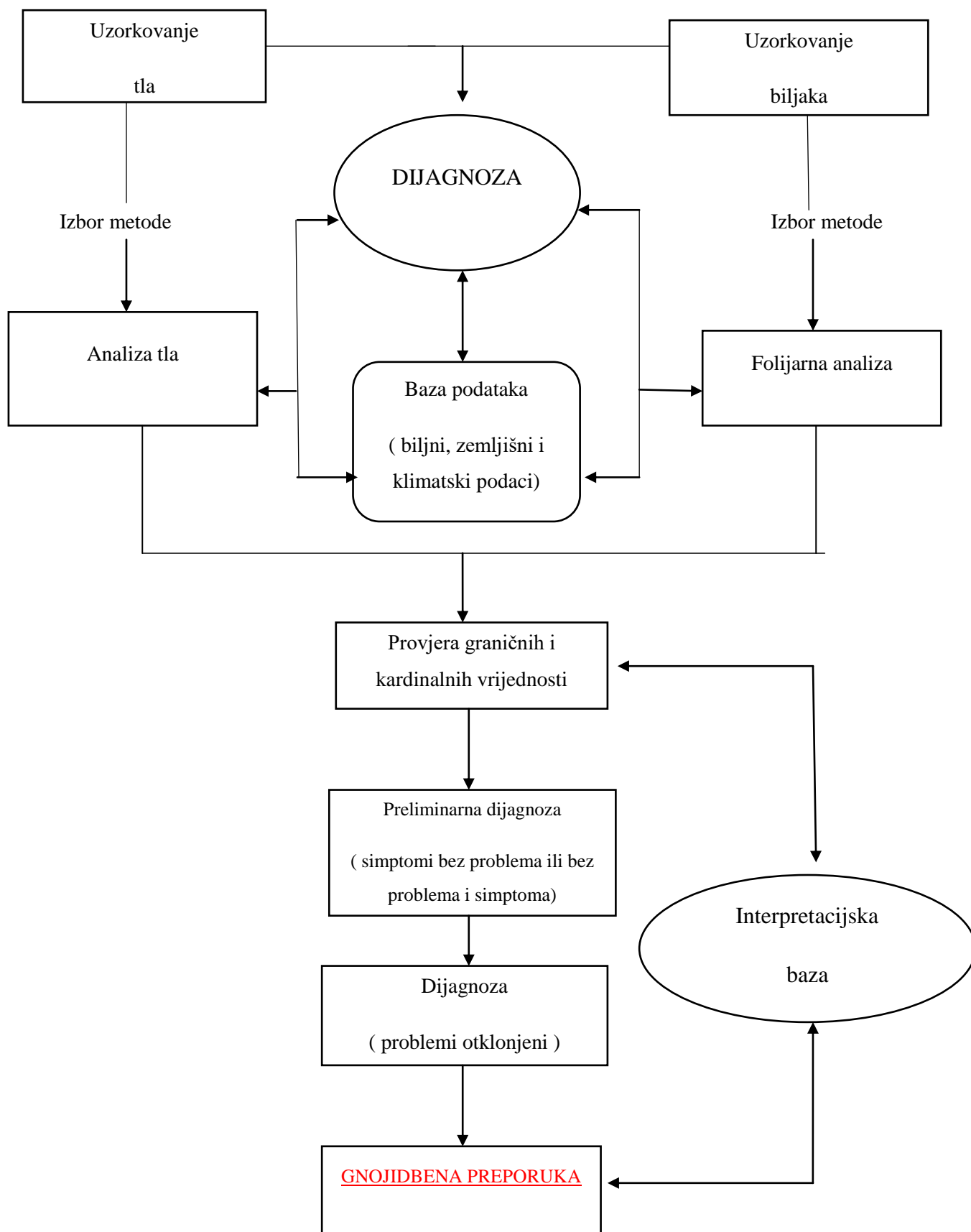
$N_{\min}$  metoda polazi od pretpostavke da se utvrđivanjem količine mineralnih oblika dušika koje biljka može lako i odmah usvojiti, prije sjetve za proljetne kulture ili pred busanje za ozima žita, može utvrditi potrebna količina dušika za N - prihranu. Uzorci tla za  $N_{\min}$  metodu uzimaju se iz zone do koje dopire korijenov sustav, a  $N_{\min}$  metoda uvažava i potrebe jarih usjeva tijekom vegetacije pomoću procjene potencijala mineralizacije organske tvari. Brza transformacija svih oblika dušika i intenzitet mobilizacije organskih rezervi u tlu ovisan je o vrsti, broju i aktivnosti mikroorganizama, odnosno velikom broju zemljišnih, bioloških i klimatski čimbenika koji utječu na njihovu aktivnost. Prihrana i startna gnojidba se do pojave  $N_{\min}$  metode temeljila na iskustvima višegodišnjih pokusa, pri čemu se polazilo od najnepovoljnijeg slučaja te vrlo često primjenjivala previsoka doza. U tablici 3. prikazane su preporuke kad su u pitanju prihrane dušikom ozimih usjeva  $N_{\min}$  metodom.

Tablica 3. Preporuka N-prihrane ozimih usjeva  $N_{\min}$  metodom (Izvor: Vukadinović, 2013.)

Uzorak	Arkod ID	Usjev	Dubina Cm	Tekstura	Vlaga %	N-NH <sub>4</sub> Ppm	N-NO <sub>3</sub> Ppm	Prinos	N Kg/ha	KAN Kg/ha
1	2257205	Pšenica	30	2	20.00	8.00	10.00	Visok	119	200(limit)
			60	2	18.50	4.00	4.00		59	220
			90	3	22.00	6.00	6.00			
3	2257205	Ječam	30	2	20.00	8.00	10.00	Srednji	92	200 (limit)
		Pivarski	60	2	18.50	6.00	6.00		46	171
			90	3	22.00	6.00	6.00			
3	2257205	Uljana repica	30	2	20.00	8.00	10.00	Srednji	102	200 (limit)
			60	2	18.50	5.50	5.50		51	189
			90	3	22.00	6.00	6.00			

## 7. GOJIDBENA PREPORUKA

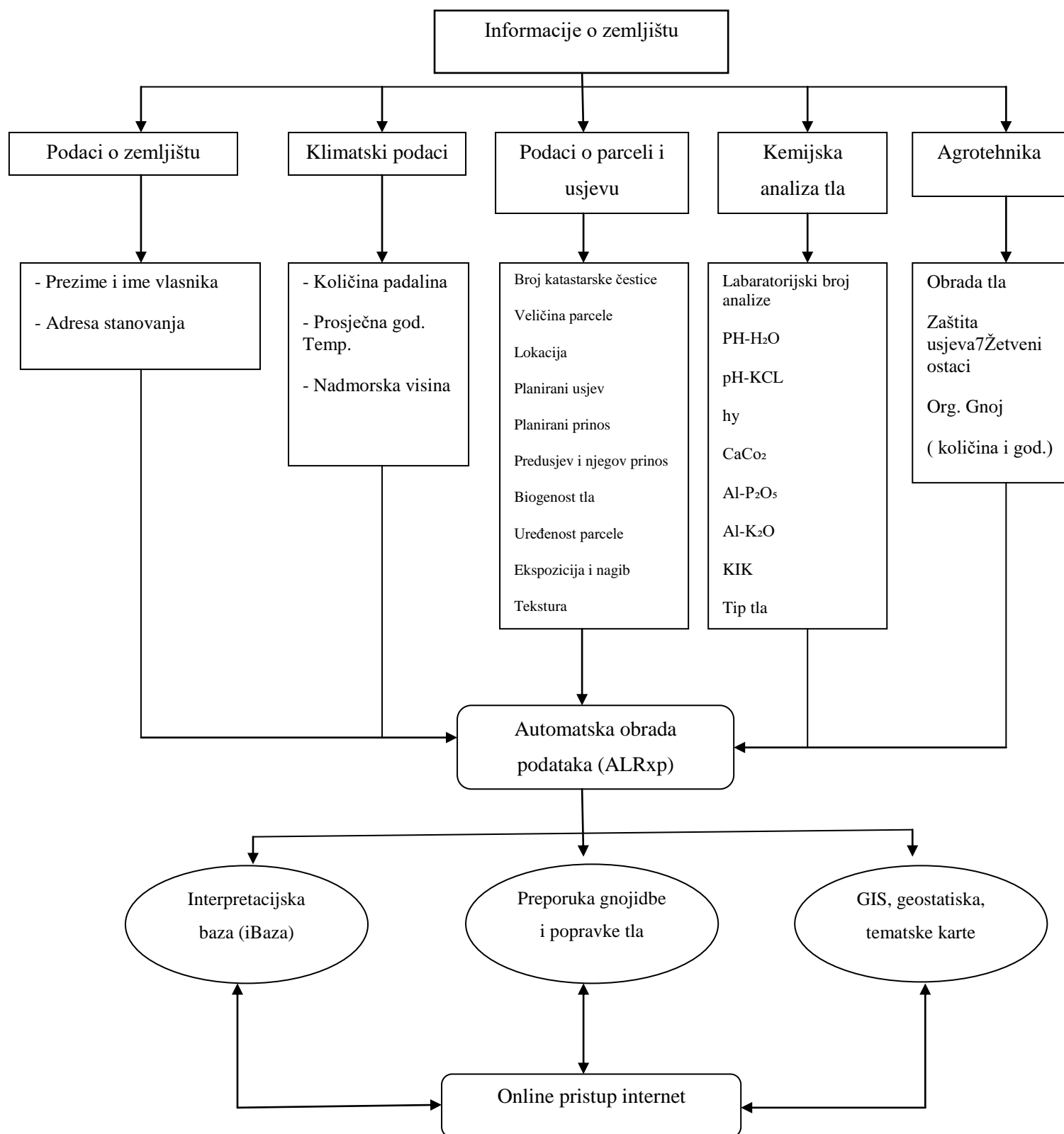
Savjet stručnjaka za ishranu bilja i gnojdbu koji sadrži dozu, oblik gnojiva i način njegove primjene, a uvažava sve čimbenike koji utječu na razvitak, rast, visinu prinosa i njegovu plodnost. Svojstva tla (sadržaj i bioraspoloživost hraniva, kemijska, biološka i fizikalna svojstva, vodo – zračni odnosi u tlu, uređenost parcele: navodnjavanje, odvodnja, nagib, ekspozicija, itd.), predusjev (gnojdba i njegov prinos), agrotehnika, žetveni ostatci, zaštita usjeva, su relevantni čimbenici temeljem kojih se daje gnojdbena preporuka. Odnos je dinamičan i vrlo kompleksan između tih indikatora produktivnosti, odnosno čimbenika koji određuju visinu prinosa i njegovu kakvoću. Svaki od njih može biti tzv. faktor minimuma, imati ograničavajući efekt tijekom cijelog perioda vegetacije ili samo u određeno vrijeme razvitka i rasta, odnosno tvorbe prinosa. Osnovni zadatak gnojdbene preporuke je prvo dijagnoza faktora minimuma, a tek onda doza hraniva koju treba unijeti gnojidbom u tlo. Dijagnoza stanja je prvi korak izrade gnojdbene preporuke zbog složenog odnosa tvorbe prinosa i konkretnog proizvodnog ciklusa. Potom slijedi utvrđivanje količine elemenata ishrane te način i vrijeme primjene gnojiva, odnosno što sve treba učiniti da bi se izbjegla ograničenja i postigao očekivani prinos. Osnovni zadatak gnojdbene preporuke je prvo dijagnoza faktora minimuma, a tek onda doza hraniva koju treba unijeti gnojidbom u tlo, kao što je i prikazano na slici 1.



Slika 1 : Shema identifikacije ograničavajućih faktora proizvodnje (Izvor: Vukadinović, 2013.)

### 7.1. Aktualni model kontrole plodnosti

Na poljoprivrednom fakultetu se sustavno već 10 godina provodi kontrola plodnosti zemljišta koristeći računalni model interpretacijske baze zemljišnih resursa za poljoprivredna gospodarstva Osječko – baranjske županije tako da interpretacijska baza (iBaza) trenutno sadrži oko 25.000 slogova i više od 1.000.000 podataka i informacija. Program je za utvrđivanje relativne pogodnosti tla za usjeve, utvrđivanje potreba za kalcijacijom, popravkama tla o kreiranja gnojidbenih preporuka za konkretnu parcelu i usjev u integriranoj ili ekološkoj proizvodnji. Kreiranje gnojidbenih preporuka pomoću kompjutera obavlja se za 40 usjeva, odnosno uključujući i ugar43 predusjeva, a uključuje organska i/ili mineralna gnojiva koja se mogu nabaviti u RH. Na 50-ak ekspertnih pravila temelji se kompjutorska interpretacija, jednostavnih i složenih, a gnojidbena preporuka uključuje još 6 najzastupljenijih usjeva plodosmjene uz procjenu potencija N – mineralizacije. Rezultati tog proračuna kao i svi podaci spremaju se u iBazu namjenjenu geostatističkoj analizi poljoprivrednog prostora, vizualizaciji tematskim kartama uz mogućnost offline i online pristupa svim podacima interpretacijske baze. Na načelima dobre poljoprivredne prakse temelji se model kontrole kontrole plodnosti te su preporučene doze hraniva usklađene i potrebama usjeva uz minimalno ekološko opterećenje okoliša. Uvažavaju se biološko – ekološki i agronomski te dijelom i tehničko – tehnološki indikatori primarne produkcije organske tvari, prikazano na slici 2.



Slika 2 : Shema interpretacijske baze zemljišnih resursa Osječko – baranjske županije  
(Izvor: Vukadinović, 2013.)

Pet grupa ulaznih podataka (uBaza) je obuhvaćeno, a obje baze, uBaza i iBaza su relacijskog tipa. Program MS Excel se koristi za njihovo kreiranje i ažuriranje čime se postupak unosa, ažuriranja i editiranja obje baze pojednostavljuje. Podaci kemijske analize tla upotpunjeni su i drugim važnim indikatorima produktivnosti zemljišta, a računalnom obradom tih podataka ALR<sub>xp</sub> programom izdaje se gnojidbena preporuka i formira iBaza neophodna za interpretaciju analize pojedinačnog uzorka tla, kao cijele parcele. GIS alatima se dalje analizira iBaza, a dobiveni rezultati se vizualiziraju te prikazuju na tematskim proizvodnim, agrokemijskim, pedološkim i drugim kartama. (Vukadinović i Bertić, 2013.)

## 7.2. Zadatak gnojidbe i opskrbljenost tla

Profitabilno bilnogojstvo podrazumijeva primjenu doze gnojiva koja odgovara potrebama biljke, biološki i ekonomski mogućem prinosu, agroekološkim uvjetima proizvodnje i plodnosti tla. U procjeni količine hraniva koje biljka može usvojiti iz tla pomažu kemijske analize tla, a koliko hraniva biljke moraju usvojiti da bi postigle određeni prinos i potrebnu kakvoću pomažu analize biljne tvari. Poznavanje graničnih vrijednosti svakog pojedinog hraniva, utvrđene razrede pristupačnosti, planiranu visinu prinosa i koeficijente učinkovitosti gnojiva podrazumijeva konvencionalno utvrđivanje potrebe u gnojidbi. U Republici Hrvatskoj u posljednjih 50 - ak godina pretežno su rađene analize tla pomoću AL – metode, a metodom elektroultrafiltracije, odnosno EUF metodom, analizirano je manje od ¼ svih uzoraka tla i to isključivo za potrebe industrije šećera. Najdelikatniji dio koncepta ciljnog prinosa, koji se i najčešće prakticira u RH je utvrđivanje iskorištavanja hraniva iz gnojiva, odnosno učinkovitost gnojidbe.



Razlikujemo :

- a) Agronomsku učinkovitost – odnosi se na povećanje prinosa po jedinici aktivne tvari gnojiva.
- b) Fiziološka učinkovitost - odnosi se na povećanje prinosa po jedinici usvojenog hraniva.

Učinkovitost gnojidbe znatno se razlikuje, pa i na iste agroekološke uvjete, jer na iskoristivnost hraniva iz gnojiva iznimno jako utječu biljna vrsta kao i svojstva gnojiva, agrotehnički, zemljišni, klimatski te biljni uvjeti. Na temelju opskrbljenosti hranivima podjela tala u nekoliko grupa, najčešće od 3 do 5 grupa, uobičajen je za konvencionalan pristup utvrđivanja potrebne gnojidbe, što je prikazano u tablici 4. Korištenje tablica polako odlazi u povijest pojavom i napretkom kompjuterskih modela, koji su brži, pouzdaniji i točniji. (Vukadinović, 2016.)

<b>Opskrbljenost</b>	<b>Zadatak gnojidbe</b>
Dobra	Očuvanje sadržaja hraniva na istoj razini; Gnoji se količinom odnesenih elemenata dovoljnom za nadoknadu prirodom.
Srednja	Podizanje razine opskrbljenosti hranivima; Gnoji se nešto većim količinama od odnošenja prirodom.
Niska	Podizanje efektivne plodnosti tla; Gnoji se povećanim količinama hraniva zbog osiguranja visokog prinosa i obogaćivanja tla hranivima koja su u nedostatku.

Tablica 4. : Konvencionalan zadatak gnojidbe i opskrbljenost tla hranivima (Izvor: Vukadinović, 2016.)

## 8. PRIMJER ANALIZE TLA

Na poljoprivrednom gospodarstvu OPG Pavlović, čiji je nositelj Nikola Pavlović od 1. kolovoza 2008. godine, analiza tla se određuje od 2010. godine, međutim, nisu svake godine uzimani uzorci. Kada su rađene analize, poštivane su preporuke gnojidbe i ukoliko bi analiza pokazala da je tlo kiselo, bio bi dodavan karbokalk. Rezultati su se polako popravljali. Kako bi još bolje popravili rezultate počeli su uvoditi i zelenu gnojidbu i posijali su na svoje parcele rauolu ( uljanu rotkvu). U nastavku je prikazana slika analize tla iz 2015. godine.

**Osječko-baranjska županija**  
 Agencija za poljoprivredno zemljište RH  
 Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Zavod za kemiju, biologiju i fiziku tla  
**Gnojdbena preporuka za usjeve na temelju analize tla**  
 Uzorkovanje i analiza tla: Agencija za poljoprivredno zemljište; Odjel za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta u Osijeku

Podaci o vlasništvu, parceli, usjevu i predusjevu [4048]			
Vlasnik:	OPG Pavlović Nikola		
Adresa:	31322 Baranjsko Petrovo Selo, Daljok 50a		
Parcela:	2403766 <i>DUBRAVA 75T.</i>	Geopozicija:	duljina = 18.52283E; širina = 45.74716N
Usjev:	Suncokret	RP%:	56.69% (srednje pogodno)
Plan. prinos:	4.00 t/ha (oček. 3.23)	Površina:	1.08 ha
Predusjev:	Pšenica ozima	Žet. ostaci:	0.5 t/ha
Org. gnoj:	0 t/ha	God. prim. gnoja:	bez org. gnoja
Rezultati agrokemijske analize tla			
pH <sub>KCL</sub>	4.71	pH <sub>NOH</sub>	5.36
Humus %:	1.72	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7.00 mg/100g
AL-K <sub>2</sub> O	17.16 mg/100g	KIK:	11.28 cmol <sup>(+)</sup> kg <sup>-1</sup>
Hy:	3.24 cmol <sup>(+)</sup> kg <sup>-1</sup>	Feel test:	Iako ilovasto
Preporuka konvencionalne gnojdb			
Mineralno gnojivo:	7:20:30	Potreba NPK:	144:140:175 (kg/ha)
Preporuka NPK:	642 (7:20:30 kg/ha)	Idealni omjer:	10:18:22 (NPK)
Urea:	0 (0 N kg/ha)	KAN:	368 (99 N kg/ha u startu i/ili prihrani)
Bez uree:	0	KAN (bez uree):	368 (99 N kg/ha u startu i/ili prihrani)
P-gnojivo:	0 (Bez P-gnojiva)	K-gnojivo:	0 (Bez K-gnojiva)
NPK bilanca:	0 : 12- : 18+ (Nije izbalancirano!)		
Raspodjela gnojdb:	25 (31)% N u osnovnoj; 75 (69)% N u startu i/ili prihrani; PK i org. 100% u osnovnoj gnojdbi!		
Dopunski podaci:	biogenost = dobra; predusjev = pšenica ozima ; prinos predusjeva = očekivan; nagib i eksp. = bez nagiba ; uređenost = kan. mreža, ocjedito ; <sup>(+)</sup> = numerička interpolacija		
Kalcizacija:	Saturacija bazama = 85%	Potreba Ca:	1207 kg/ha
Potreba CaO:	1690 kg/ha	Karbokalk:	3862 kg/ha
Oborine:	651 - 750 <sup>(+)</sup> (mm/god.)	Temperatura:	11.5 <sup>(+)</sup> (°C/god.)
Rata N-min:	25.0 <sup>(+)</sup> (kg N/ha/god.)	N-deficit:	Zanemarljiv!
Preporuka integrirane gnojdb			
Preporuka NPK:	498 (7:20:30 kg/ha)	Potreba NPK:	112:109:136 (kg/ha)
Urea:	0 (0 N kg/ha)	KAN:	285 (77 N kg/ha u startu i/ili prihrani)
Bez uree:	0	KAN (bez uree):	285 (77 N kg/ha u startu i/ili prihrani)
P-gnojivo:	0 (Bez P-gnojiva)	K-gnojivo:	0 (Bez K-gnojiva)
Potreba hraniva u narednih 3 do 5 godina (kg/ha aktivne tvari)			
Ozima pšenica:	133:105:60 za 5.39 t/ha	Ječam ozimi:	104:71:61 za 5.1 t/ha
Šećerna repa:	166:85:171 za 51.02 t/ha	Soja:	140:124:85 za 3.4 t/ha
Kukuruz:	197:143:107 za 8.5 t/ha	Uljana repica:	113:125:82 za 3.17 t/ha
Preporučene doze integrirane, kao i konvencionalne gnojdb, mogu biti ograničene zbog ekonomskih, ekoloških i biljno-fizioloških razloga, sukladno Tehnološkim uputama Ministarstva poljoprivrede! Prije N-prihrane ozimih usjeva i proljetne sjetve provjerite Nmin metodom status N i korigirajte N-preporuku! U ekološkoj proizvodnji primjenite samo dopuštena sredstva (NN 139/10)!			
Kompjutorski program: Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović <sup>1</sup> , v2015.03			

U Osijeku 17.10.2015. god.

Slika 3 : Prikaz analize tla na Opg-u Pavlović (Izvor: Poljoprivredni fakultet Osijek)

## ZAKLJUČAK

Jedna od najvažnijih ljudskih djelatnosti je poljoprivreda. Međutim, ona je i najveći potrošač čiste, pitke vode i najveći izvor zagađenja na našoj planeti. Način gospodarenja u poljoprivredi izravno utječe na stanje prirode. Dugogodišnja primjena umjetnih gnojiva mijenja sadržaj hraniva (N, P i K) u tlu te zakiseljuje tlo, uslijed čega dolazi do promjene sastava biljnih zajednica koje na tlu rastu. Savjesnim pristupom uz poštivanje pravila koje nalaže struka negativni utjecaj poljoprivrednih aktivnosti moguće je svesti na najmanju razinu. Za to je potrebna stručnost, te osposobljenost poljoprivrednih proizvođača, jednako kao i upoznatost sa postojećim pravilnicima o zaštiti okoliša na temelju kojih bi prilagodili poljoprivrednu proizvodnju, te aktivno i savjesno pristupili zaštiti okoliša. Poljoprivredni proizvođači ne vjeruju analizama tla, nego često vjeruju u nešto što se ne temelji na objektivnim činjenicama niti je potvrđeno istraživanjima. Gnojidba je najvažnija agrotehnička mjera u primarnoj organskoj produkciji jer bez adekvatne gnojidbe nema visokih i stabilnih prinosa, profitabilnosti niti potrebne kakvoće proizvoda, ali može biti i značajan čimbenik zagađenja tla. Za uspješnu i održivu biljnu proizvodnju važno je pridržavati se pravila struke, vršiti analize tla, tog važnog ljudskog resursa, uvažavati i pratiti njegovu dinamiku razvoja zbog njegovog očuvanja, dakle ekoloških, ali i dohodovnih (ekonomskih) razloga.

## LITERATURA

1. Sofilić T. (2014.) : Onečišćenje i zaštita tla, Metalurški fakultet Zagreb
2. Šoštarić J., Marković M. (2011.) : Zaštita tla i voda, Poljoprivredni fakultet Osijek
3. Vukadinović V., Bertić B. (2013.) : Filozofija gnojidbe, Poljoprivredni fakultet Osijek
4. Vukadinović V., Vukadinović V. (2016.) : Tlo, gnojidba i prinos, Poljoprivredni fakultet Osijek
5. Znaor D., Karoglan-Todorović S. (2011.): Priručnik za provođenje mjera zaštite okoliša na SAPARD i IPARD projektima za poljoprivredu i prehrambenu industriju, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode Republike Hrvatske
6. Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2009.): Načela dobre poljoprivredne praske
7. Romić D. i suradnici, (2014.): Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj, Agronomski fakultet Zagreb

## SAŽETAK

Voda kao nezamjenjiv uvjet života bitan je čimbenik u očuvanja života i zdravlja ljudi kao i očuvanju prirode, kao i tlo koji predstavlja prirodni izvor vode i hraniva. Njihovom zaštitom zapravo prvenstveno zaštićujemo sebe i prirodu oko sebe. Poljoprivreda koja nam je od izrazite važnosti jer nam je najveći izvor hrane ima puno utjecaja na tlo i vodu. Međutim, danas se u suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji koriste razna mineralna gnojiva, dok biljka tek polovicu tih gnojiva usvaja. Zato, stručnim savjetovanjem i korištenjem analize, koja nam daje gnojdbenu preporuku možemo pomoći u zaštiti tla i vode.

## SUMMARY

Water as an irreplaceable condition of life is an important factor in the preservation of life and health of humans and the preservation of nature, as well as the soil that represents the natural source of water and nutrients. Their protection is primarily the protection of ourselves and nature around us. Agriculture, which is of big importance because it is the largest source of food, has a lot of influence on soil and water. However, modern mineral fertilizers are used in modern agricultural production, while the plant only adopts half of these fertilizers. Therefore, by expert advice and using analysis that gives us a fertilizer recommendation, we can help protect the soil and water.

## POPIS SLIKA

Slika 1. Shema identifikacije ograničavajućih faktora proizvodnje (str. 26.)

Slika 2. Shema interpretacije baze zemljišnih resursa Osječko – baranjske županije  
(str. 28. )

Slika 3. Prikaz analize tla na opg – u Pavlović (str. 32.)



## POPIS TABLICA

Tablica 1. Stupnjevi onečišćenja tala (str. 16.)

Tablica 2. Izvori onečišćenja tla (str. 17.)

Tablica 3. Preporuka N – prihrane ozimih usjeva  $N_{\min}$  metodom (str. 24.)

Tablica 4. Konvencionalan zadatak gnojidbe i opskrbljenosti tla hranivima (str. 30.)

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prikaz volumnog sastava tla po sastavnicama (str. 2)

Grafikon 2. Kemijski sastav organske tvari (str. 4 .)

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**

**Poljoprivredni fakultet u Osijeku**

**Sveučilišni diplomski studij bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja**

**Diplomski rad**

**Onečišćenje okoliša u biljnoj proizvodnji izazvana neadekvatnom primjenom umjetnih gnojiva**

**Dunja Jurkić**

**Sažetak**

Voda kao nezamjenjiv uvjet života bitan je čimbenik u očuvanja života i zdravlja ljudi kao i očuvanju prirode, kao i tlo koji predstavlja prirodni izvor vode i hraniva. Njihovom zaštitom zapravo prvenstveno zaštićujemo sebe i prirodu oko sebe. Poljoprivreda koja nam je od izrazite važnosti jer nam je najveći izvor hrane ima puno utjecaja na tlo i vodu. Međutim, danas se u suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji koriste razna mineralna gnojiva, dok biljka tek polovicu tih gnojiva usvaja. Zato, stručnim savjetovanjem i korištenjem analize, koja nam daje gnojdbenu preporuku možemo pomoći u zaštiti tla i vode.

**Rad je izrađen na:** Poljoprivrednom fakultetu Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Jasna Šoštarić

**Broj stranica:** 39

**Broj slika:** 3

**Broj tablica:** 4

**Broj grafikona:** 2

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** voda, tlo, analiza

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. doc. dr. sc. Monika Marković, predsjednik
2. prof. dr. sc. Jasna Šoštarić, mentor
3. doc. dr. sc. Tomislav Vinković, član
4. doc. dr. sc. Miro Stošić, zamjenski član

**Rad je pothranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek

**BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Faculty of Agriculture**

**University graduate study Plant production course *Plant production***

**Graduate Thesis**

**Enviromental degradation caused by chemical fertilizer pollution in plant production**

**Dunja Jurkić**

**Summary**

Water as an irreplaceable condition of life is an important factor in the preservation of life and health of humans and the preservation of nature, as well as the soil that represents the natural source of water and nutrients. Their protection is primarily the protection of ourselves and nature around as. Agriculture, which is of big importance because it is the largest source of food, has a lot of influence on soil and water. However, modern mineral fertilizers are used in modern agricultural production, while the plant only adopts half of these fertilizers. Therefore, by expert advice and using analysis that gives us a fertilizer recommendation, we can help protect the soil and water.

**Theis preformed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** Jasna Šoštarić, professor

**Number of pages:** 39

**Number of figures:** 3

**Number of chart:** 4

**Number of tables:** 2

**Original in:** Croatian

**Key words:** water, soil, analysis

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. Assistant profesor Monika Marković, president of the Commision
2. Prof. Jasna Šoštarić, mentor
3. Doc. dr. sc. Tomislav Vinković, member of the Commision
4. Doc. dr. sc. Miro Stošić, the Replacement member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek